

川内原子力発電所第1号機
緊急時対策棟設置工事のうち連絡通路接続工事に係る
設計及び工事計画認可申請について

九州電力株式会社

2021年6月15日

【枠囲みの範囲は、防護上の観点又は機密に係る事項であるため、公開できません。】

目 次

1. はじめに	2
2. 申請範囲	3
3. 緊急時対策棟	5
4. 居住性の確保	8
5. 設計及び工事計画認可申請に係る技術基準規則への適合性について	12
6. 主要工程	14
(参考資料)	15

1. はじめに

- 川内原子力発電所の緊急時対策所については、現在運用中の代替緊急時対策所にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」への適合性を確保しているものの、更なる居住スペース拡張等のため、緊急時対策棟を新たに設置し緊急時対策所の機能を移行する工事（以下「緊急時対策棟設置工事」という。）を計画しており、平成29年2月8日付け原規規発第1702082号をもって発電用原子炉設置変更許可を受領している。
- 緊急時対策棟設置工事は、以下のとおり2期に分け実施する計画としており、今回申請分の設計及び工事計画は、連絡通路接続工事（2期工事）に対する技術基準規則への適合性について示すものである。なお、指揮所設置工事（1期工事）については、令和元年6月3日付け原規規発第1906035号（川内1号機）及び令和元年6月3日付け原規規発第1906036号（川内2号機）をもって工事計画認可を受領し、現在建設工事中である。

建設
工事中

指揮所設置工事（1期工事）

→指揮所を新たに設置し、緊急時対策所の機能を代替緊急時対策所から指揮所に移行する工事

今回
申請分

連絡通路接続工事（2期工事）

→現在運用中の代替緊急時対策所を休憩所として運用するために、指揮所と休憩所を接続する連絡通路を新たに設置することで、指揮所・休憩所・連絡通路を一体とし緊急時対策棟とする工事

- 川内原子力発電所の緊急時対策所については、指揮所設置工事（1期工事）が竣工し指揮所を供用開始することで、緊急時対策所としての技術基準規則への適合性は確保できる。その上で、設置変更許可にて示した更なる居住スペースの拡張を目的とした連絡通路接続工事（2期工事）を実施するものである。
- 本資料では、連絡通路接続工事（2期工事）に係る申請範囲、緊急時対策棟（連絡通路含む）の設置位置・構造、居住性の確保、工事工程について説明する。

2. 申請範囲（1／2）

2.1 機能及び主な設備

緊急時対策棟に設置する設備を示す。連絡通路接続工事(2期工事)に係る設工認手続き対象設備を下線で示す。

また本設工認申請において一部の機器等については、設置（保管）場所等の名称の記載の適正化を実施する。（緊急時対策棟（指揮所）→ 緊急時対策棟 等）

機 能		主な設備
緊急時対策所機能	居住性の確保	<ul style="list-style-type: none"> ① 緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内）） ② 緊急時対策所非常用空気浄化ファン※ ③ 緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット ④ 空気ボンベ（緊急時対策所用）※ ⑤ エリアモニタ（緊急時対策所エリアモニタ、可搬型エリアモニタ） ⑥ 酸素濃度計、二酸化炭素濃度計
	電源の確保	<ul style="list-style-type: none"> ⑦ 緊急時対策所用発電機車 ⑧ 緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンク ⑨ 緊急時対策所用発電機車用給油ポンプ
	情報の把握、通信連絡	<ul style="list-style-type: none"> ⑩ 緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS） ⑪ SPDSデータ表示装置 ⑫ 通信連絡設備（衛星携帯電話設備、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備等）
	有毒ガスに対する防護措置	—
その他	火災防護	⑬ <u>火災防護設備</u>

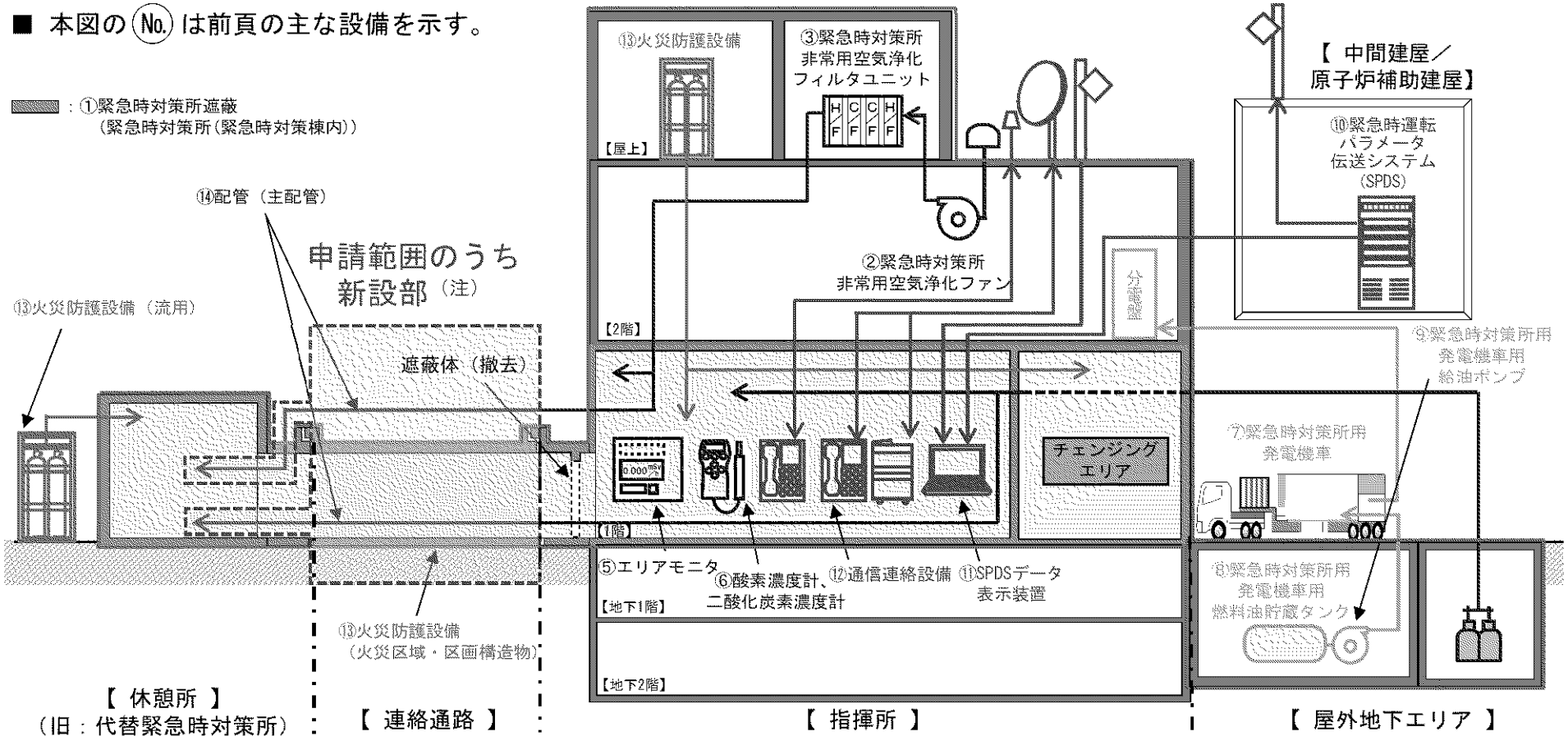
※ 指揮所から休憩所まで非常用空気浄化系及び加圧系の⑭ 配管（主配管）を延長する。

2. 申請範囲 (2/2)

2.2 概略図

緊急時対策所機能を確保するために必要な設備については、機能ごとに以下に示す構成で配備する。なお、各設備の設計は、既設プラントで実績のある設計とする。

■ 本図の(No.)は前頁の主な設備を示す。



3. 緊急時対策棟（1／3）

3.1 設置位置

- 緊急時対策棟のうち連絡通路は、指揮所設置工事（1期工事）に係る工事計画認可申請において地盤の安定性や配置上の適性が確認された位置に設置する。



<配置計画図>

3. 緊急時対策棟（2／3）

3.2 建屋構造

○ 構造概要

緊急時対策棟は、耐震構造の建物であり、基準地震動 S_s による地震力に対して、弾性範囲に収める設計とする。連絡通路の耐震評価は、基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震壁のせん断ひずみ、最大接地圧及び部材に生じる応力が許容限界を超えないこと及び保有水平耐力が必要保有水平耐力を上回ることを確認している。

3. 緊急時対策棟（3 / 3）

3.3 緊急時対策所（緊急時対策棟内）

○ 居住スペース

緊急時対策所（緊急時対策棟内）は、現在運用中の代替緊急時対策所を休憩専用スペースの休憩所として運用するとともに、連絡通路を新たに設置し、指揮所と接続し一体とすることで、居住スペースを拡張する。また、使用目的ごとに本部・執務エリア、ミーティングエリア、多目的エリア及び休憩室に区画分離する設計とする。

○ チェンジングエリア

チェンジングエリアは、指揮所設置工事（1期工事）に係る工事計画から変更はなく、入口を2箇所、出口を1箇所を設ける。



	緊急時対策所（指揮所）	緊急時対策所（緊急時対策棟内）	備考
居住スペース	約650㎡	約820㎡	・居住スペースの拡張 （休憩専用室の設置）

4. 居住性の確保（1／4）

（1）緊急時対策所換気設備

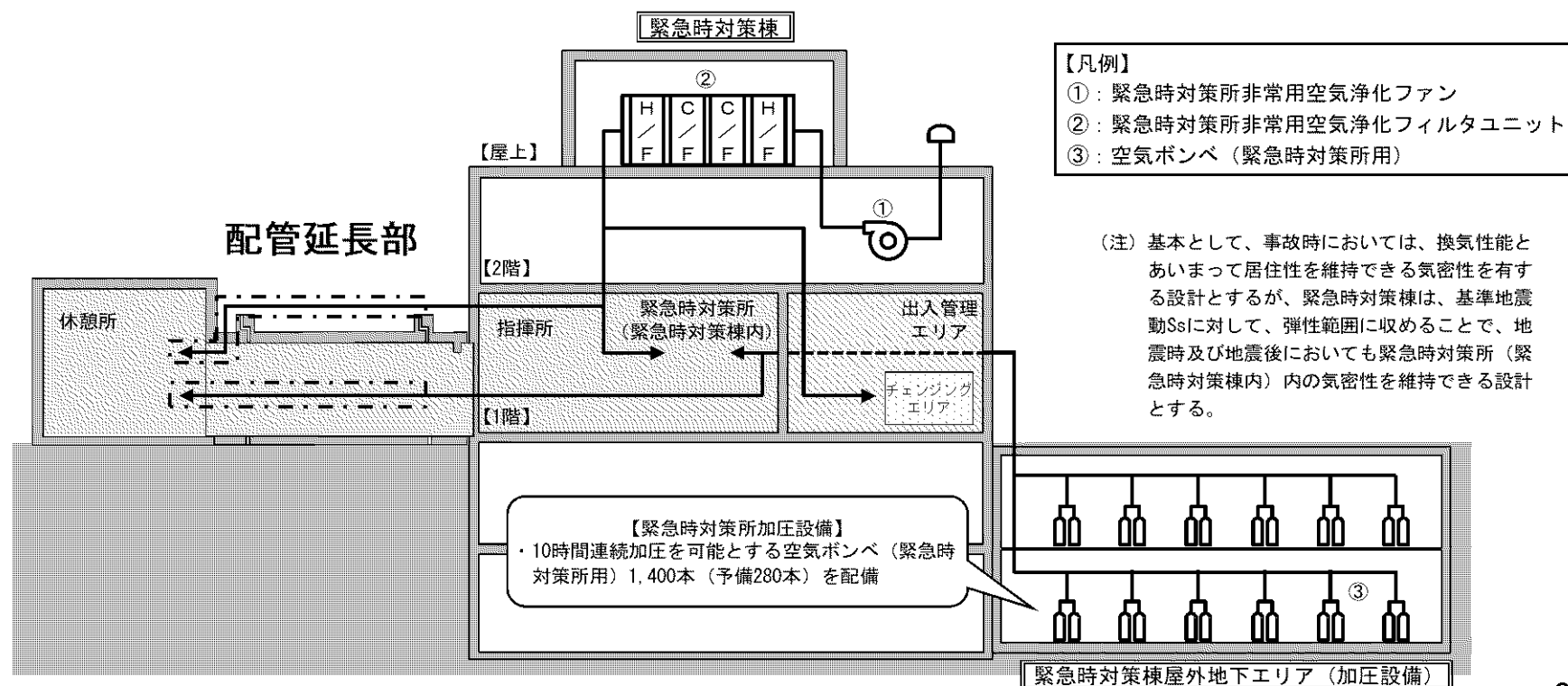
緊急時対策所換気設備は、緊急時対策所（緊急時対策棟内）の気密性^{（注）}とあいまって、緊急時対策所（緊急時対策棟内）内を正圧に加圧でき、居住性に係る被ばく評価の判断基準を満足できる設計とする。なお、本設工認申請の対象は配管の延長のみである。

○ 緊急時対策所非常用空気浄化設備

緊急時対策所非常用空気浄化ファンを使用し、緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニットを介して屋外の空気を供給することによって、緊急時対策所（緊急時対策棟内）内への放射性物質の流入を低減する設計とする。

○ 緊急時対策所加圧設備

ブルーム通過中において空気ポンペ（緊急時対策所用）を使用し、緊急時対策所（緊急時対策棟内）内を加圧することによって、緊急時対策所（緊急時対策棟内）内への希ガス等の放射性物質の流入を防止する設計とする。



4. 居住性の確保（2 / 4）

（2）緊急時対策所遮蔽

緊急時対策所遮蔽（緊急時対策棟内）は、重大事故等が発生した場合において、緊急時対策所（緊急時対策棟内）にとどまる要員を放射線から防護するための十分な遮蔽厚を有する設計とする。なお、指揮所及び休憩所の遮蔽厚等については、既工認から変更はない。

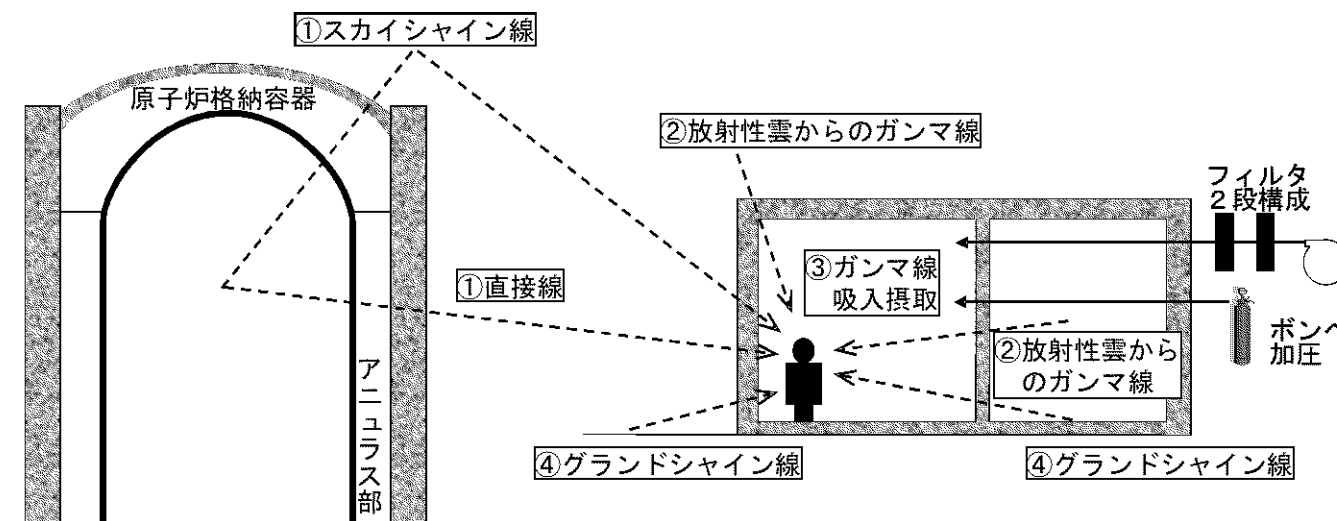


項目	建屋	緊急時対策棟	備考
生体遮蔽装置		緊急時対策所遮蔽 （緊急時対策棟内） 遮蔽厚：600mm 以上	<ul style="list-style-type: none">外部の放射線源に対して、緊急時対策棟（休憩所）は600mm以上、それ以外は700mm以上の遮蔽厚を確保出入口開口を二重扉の迷路構造とし、原子炉と反対側に設置することにより、外部の放射線源を直接見込まない設計

4. 居住性の確保 (3 / 4)

(3) 被ばく評価

重大事故等時に緊急時対策所（緊急時対策棟）にとどまる要員が受ける実効線量を計算し、その結果が居住性に係る被ばく評価の判断基準（要員の実効線量が事故後7日間で100mSvを超えないこと）を満足することを確認している。



緊急時対策所（緊急時対策棟内）の居住性に係る被ばく経路イメージ

被ばく経路	7日間での実効線量 (mSv)			備考
	指揮所	休憩所	平均値	
①	約 1.3×10^{-2}	約 3.0×10^{-2}	約 2.1×10^{-2}	※1 居住性に係る被ばく評価の判断基準を満足 ※2 緊急時対策所（緊急時対策棟）にとどまる要員が受ける実効線量は、指揮所に7日間滞在した場合と休憩所に7日間滞在した場合の実効線量の平均値とする。
②	約 1.3×10^{-1}	約 1.6×10^{-1}	約 1.4×10^{-1}	
③	約 9.5	約 9.4	約 9.4	
④	約 6.9	約 25	約 16	
合計	約 17	約 35	約 26 ※1.2	

4. 居住性の確保（4 / 4）

（4）酸素濃度維持及び二酸化炭素濃度抑制

緊急時対策所非常用空気浄化ファンの使用時及び緊急時対策所加圧設備による加圧実施時において、指揮所と同様の評価手法により緊急時対策所（緊急時対策棟内）の酸素濃度及び二酸化炭素濃度を評価し、対策要員の活動に支障がない濃度であることを確認している。

【凡 例】

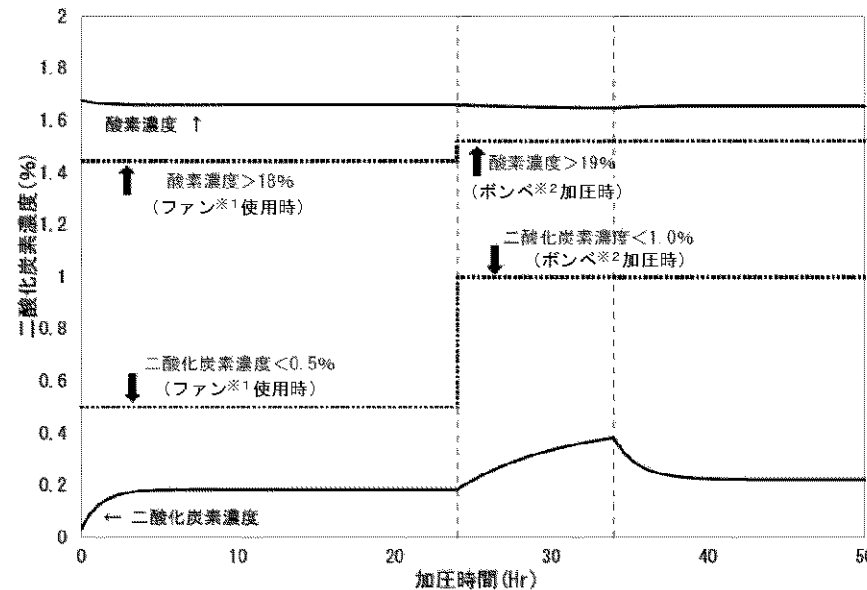
————— : 酸素、二酸化炭素の濃度 - - - - - : 酸素、二酸化炭素の許容濃度

※1 緊急時対策所非常用空気浄化ファン

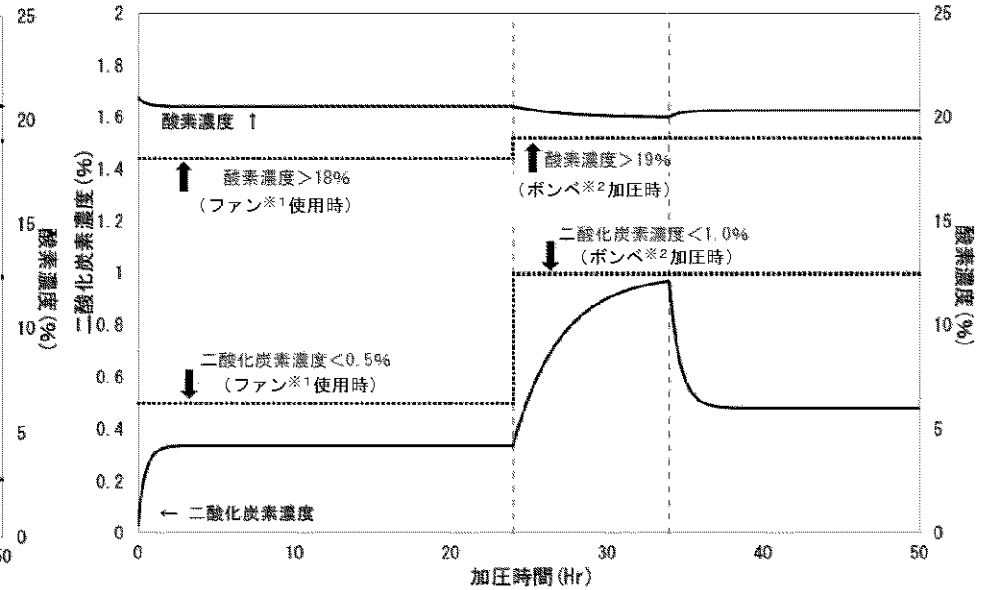
※2 緊急時対策所加圧設備

※3 「酸素欠乏症等防止規則」、「鉱山保安法施行規則」等に準拠

加圧方法	使用期間
ファン	0 - 25 Hr, 35 - 50 Hr
ポンベ	25 - 35 Hr



加圧方法	使用期間
ファン	0 - 25 Hr, 35 - 50 Hr
ポンベ	25 - 35 Hr



緊急時対策所（緊急時対策棟内）内をポンベにより10時間加圧する場合の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の推移

【指揮所（連絡通路含む）の濃度推移】

【休憩所の濃度推移】

5. 設計及び工事計画認可申請に係る技術基準規則への適合性について(1/2)

技術基準規則（解釈含む）への適合のための設計方針については、以下の通りである。

条 文	適合するための設計方針	添付資料※
第4条 設計基準対象施設の地盤	耐震重要度分類に応じた地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する設計とする。	●耐震性に関する説明書
第5条 地震による損傷の防止	耐震重要度分類に応じた地震力に十分耐えられる設計とする。	●耐震性に関する説明書
第13条 安全避難通路等	安全避難通路等を施設する設計とする。	●安全避難通路に関する説明書 ●非常用照明に関する説明書
第46条 緊急時対策所	1次冷却材喪失事故等が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所機能を備えた緊急時対策所（緊急時対策棟内）を中央制御室以外の場所に設置する。 緊急時対策所（緊急時対策棟内）は、適切な措置又は設備を備えることにより緊急時対策所機能を確保する。	●緊急時対策所の機能に関する説明書

※ 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書、設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書等についても提出する。

5. 設計及び工事計画認可申請に係る技術基準規則への適合性について(2/2)

条 文	適合するための設計方針	添付資料※
第49条 重大事故等対処施設の地盤	基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する設計とする。	●耐震性に関する説明書
第50条 地震による損傷の防止	基準地震動による地震力に十分耐えられる設計とする。	●耐震性に関する説明書
第52条 火災による損傷の防止	火災により、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれない設計とする。	●火災防護に関する説明書
第54条 重大事故等対処設備	重大事故等に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする。	●健全性に関する説明書 ●溢水防護に関する説明書 ●生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書
第55条 材料及び構造	使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な材料を使用し、設計上定める条件において変形、疲労破壊、座屈が生じない設計とする。	●強度に関する説明書
第76条 緊急時対策所	緊急時対策所（緊急時対策棟内）は、重大事故等が発生した場合においても当該事故等に対処するための適切な措置が講じられる設計とする。 緊急時対策所（緊急時対策棟内）は、適切な措置又は設備を備えることにより緊急時対策所機能を確保する。	●緊急時対策所の機能に関する説明書 ●生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書 ●緊急時対策所の居住性に関する説明書

※ 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書、設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書等についても提出する。

6. 主要工程

主要工程

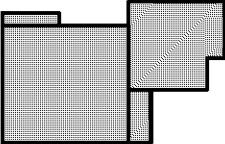
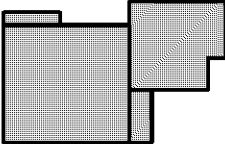
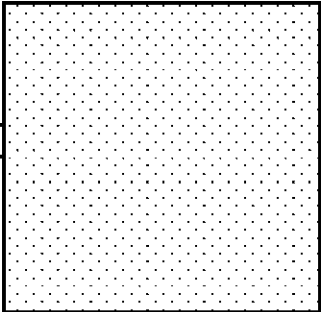
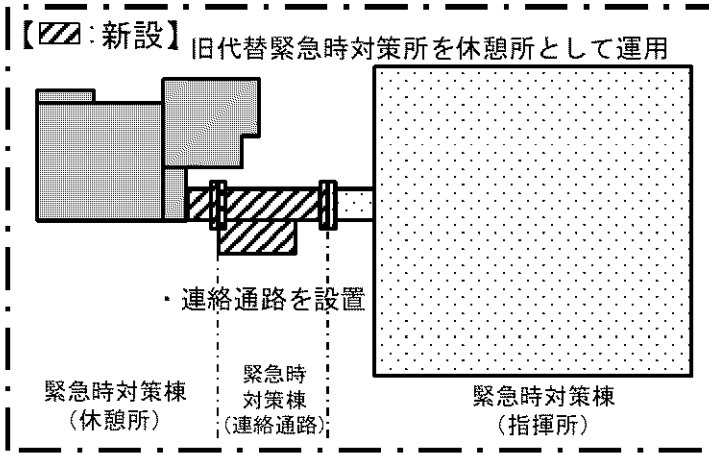
年 度		2021	2022
主 要 工 程	指揮所設置 工事 (1期工事)	<p>【工認申請：2017.12、認可：2019.6】</p> <p>11月工事完了（予定）</p> <p>▽</p> <p>工事 (2019.6より工事実施中)</p> <p>▽（年内運用開始予定）</p>	
	連絡通路接続 工事 (2期工事)	<p>4月申請</p> <p>▽</p> <p>設工認審査</p> <p>9月認可（希望）</p> <p>▽</p>	<p>9月工事完了（予定）</p> <p>▽</p> <p>代替緊急時対策所の工事 (指揮所運用開始後に着工)</p> <p>▽</p> <p>※</p> <p>連絡通路の工事 (設工認認可後に着工)</p>
<p>※指揮所及び代替緊急時対策所の緊急時対策所機能に係らない部分のみ工事</p>			



(参 考 资 料)

(参考) 代替緊急時対策所と緊急時対策棟設置工事との関係について

代替緊急時対策所と緊急時対策棟設置工事の関係について以下に示す。

	新規制基準工認	指揮所設置工事(1期工事)	連絡通路接続工事(2期工事)【今回申請】
代替緊急時対策所	 <p>【新設】</p>	<p>緊急時対策所機能を廃止</p> 	
緊急時対策棟	—	<p>緊急時対策所機能を移行</p>  <p>緊急時対策棟(指揮所) 【新設】</p>	 <p>【新設】 旧代替緊急時対策所を休憩所として運用</p> <p>連絡通路を設置</p> <p>緊急時対策棟(休憩所) 緊急時対策棟(連絡通路) 緊急時対策棟(指揮所)</p> <p>一体で緊急時対策棟</p>
説明	<ul style="list-style-type: none"> 代替緊急時対策所を新たに設置 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策棟(指揮所)を新たに設置。 緊急時対策所機能を代替緊急時対策所から緊急時対策所(指揮所)に移行し、供用を開始する。 代替緊急時対策所の機能を廃止。 	<ul style="list-style-type: none"> 指揮所と休憩所を接続する連絡通路を新たに設置。 指揮所・休憩所・連絡通路を一体とし緊急時対策棟とする。 旧代替緊急時対策所を休憩所として運用

(参考)川内1 / 2号機の緊急時対策所の比較(1 / 2)

- 川内1 / 2号機の緊急時対策所（緊急時対策棟内）と緊急時対策所（指揮所）について、主な設計内容の比較を以下に示す。

項目	緊急時対策棟（指揮所）	緊急時対策棟
概要図		
建屋	<ul style="list-style-type: none"> ○ 緊急時対策棟（指揮所） <ul style="list-style-type: none"> ・ 地上2階、地下2階 ・ 基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性を有する。 ・ 基準津波及び宮山池の影響を受けない高台（EL.約25m）に設置。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 緊急時対策棟 <ul style="list-style-type: none"> ・ 指揮所（地上2階、地下2階）と休憩所（地上1階）の両棟を接続。 ・ 同 左 ・ 同 左
延床面積	○ 約4,900m ³	○ 約5,070m ³
構造	○ 耐震構造	○ 同 左
許容限界（構造強度）	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地震応答解析：弾性範囲 ○ 応力解析：短期許容応力度 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地震応答解析：同 左 ○ 応力解析：同 左
静的地震力	○ 3.0Ci	○ 同 左
区画	<ul style="list-style-type: none"> ○ 緊急時対策所面積：約650m² <ul style="list-style-type: none"> ① 本部・執務エリア ② ミーティングエリア ③ 多目的エリア 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 緊急時対策所面積：約820m² <ul style="list-style-type: none"> ① ~ ③ 同 左 ④ 休憩室
収容人数	○ 最大100名	○ 同 左
チェンジングエリア	<ul style="list-style-type: none"> ○ 面積：約80m² <ul style="list-style-type: none"> ・ 緊急時対策所（指揮所）に隣接する出入管理エリア（地上1階）内に設置。 	○ 同 左

(参考)川内1 / 2号機の緊急時対策所の比較(2 / 2)

項目		緊急時対策棟（指揮所）	緊急時対策棟
建屋構造・面積		建屋構造：耐震構造（地上2階、地下2階） 延床面積：約4,900㎡ 緊急時対策所面積：約650㎡	建屋構造：耐震構造（地上2階、地下2階） 延床面積：約5,070㎡ ^(※) 緊急時対策所面積：約820㎡ ^(※) ※休憩所（旧代替緊急時対策所）と接続後の面積
居住性の確保	遮蔽	700mm以上	休憩所：600mm以上、連絡通路及び指揮所：700mm以上
	非常用空気浄化ファン	容量：130m³/min（1台当たり） 常設：2 [緊急時対策棟（指揮所）内（地上2階）に設置]	同 左
	非常用空気浄化フィルタユニット	常設：2 [緊急時対策棟（指揮所）の屋上に設置]	同 左
	加圧設備（空気ポンプ）	可搬型：1,400（予備280） [緊急時対策棟（指揮所）近傍の地下に保管]	同 左
	緊急時対策所エリアモニタ	可搬型：2（予備1） [緊急時対策棟（指揮所）内に保管]	同 左
	可搬型エリアモニタ（加圧判断用）	可搬型：1（予備1） [緊急時対策棟（指揮所）内に保管]	同 左
	酸素濃度計	可搬型：2（予備2） [緊急時対策棟（指揮所）内に保管]	同 左
	二酸化炭素濃度計	可搬型：2（予備2） [緊急時対策棟（指揮所）内に保管]	同 左
情報の把握	緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）	常設：一式 [既設建屋内に設置]	同 左
	SPDSデータ表示装置	常設：一式 [緊急時対策棟（指揮所）内に設置]	同 左
電源の確保	発電機（代替電源）	容量：1,825kVA（1台当たり） 可搬型（発電機車）：1（予備2） [緊急時対策棟（指揮所）近傍の屋外に2台、離れた屋外に1台保管]	同 左
	燃料油貯蔵タンク	容量：75kℓ（1基当たり） 常設：2 [緊急時対策棟（指揮所）近傍の地下に設置]	同 左
	給油ポンプ	常設：2 [緊急時対策棟（指揮所）近傍の地下に設置]	同 左
通信連絡	衛星携帯電話設備	常設：一式 [緊急時対策棟（指揮所）内に設置]	同 左
	携帯型通話設備	可搬型：一式 [緊急時対策棟（指揮所）内に設置]	同 左
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	常設：一式 [緊急時対策棟（指揮所）内に設置]	同 左

(参考) 休憩室のレイアウト比較について

○休憩室のレイアウト比較について

指揮所設置工事(1期工事)の運用開始後～連絡通路接続工事(2期工事)の運用開始までの期間については、休憩室としての機能を指揮所(ミーティングエリア)及び指揮所(多目的エリア)に持たせることとしており、連絡通路接続工事(2期工事)の運用開始後は、下図のとおり、代替緊急時対策所を休憩室として使用することとしている。

代替緊急時対策所を休憩室として使用し、新たに設置する指揮所と一体運用とすることで、緊急時対策所(緊急時対策棟内)の活動スペースの更なる拡充や十分仮眠及び休息がとれる休憩室の整備が可能となる。



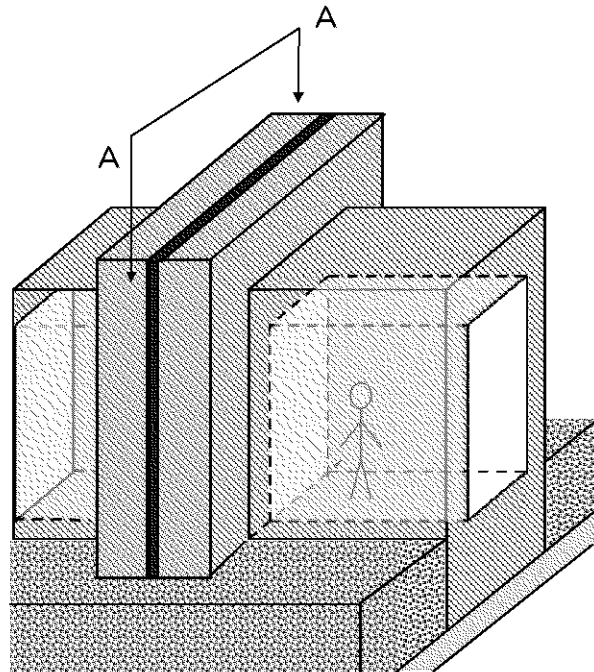
図. 休憩室のレイアウト比較

(参考) 連絡通路連結部の設計について

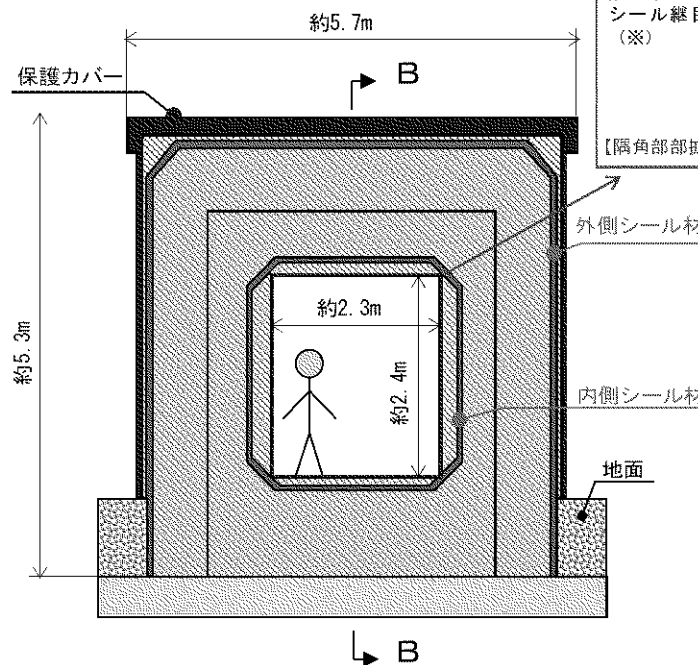
連絡通路連結部の設計は、設置変更許可時から以下を考慮しており、設計及び工事計画認可申請時において変更はない。

1. 連結部は、地震時の各建物の相対変位を考慮して約100mmの隙間を設ける。隙間は、ラビリス構造とし、適切な遮へい厚を確保することで放射線防護対策を行う。
2. 連結部のシール構造は、国内の原子力発電所の建屋間の接続部等で実績のある構造とし、材料は、当社の原子力発電所の配管貫通部シールとして使用実績のあるシリコンゴムを使用する。
3. 連結部の隙間の内側と外側の両方にシール材を取り付ける。内側シール材は、連絡通路内の空気ポンベ加圧対象エリアを正圧に維持することを目的とし、外側シール材は、連結部の隙間への放射性物質の侵入防止を目的とする。

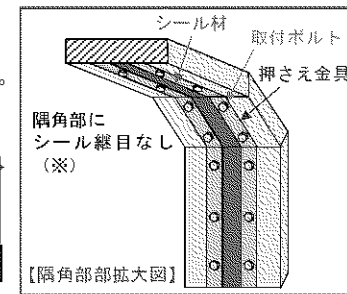
※抑え金具の継目は隅角部にも存在するが、気密性はシールで担保しており、シールの接合部は平面部に設けている。接合部は接着剤により整形、圧着しているため気密性に問題はない。



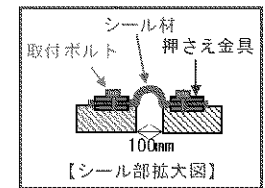
【立面図】



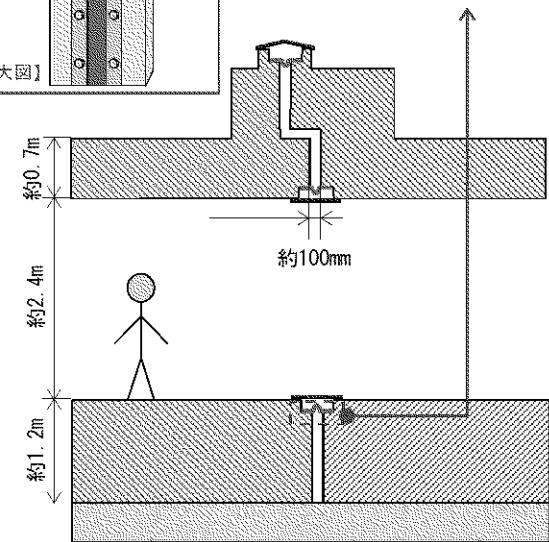
【A-A：正面から見た図】



【隅角部拡大図】



【シール部拡大図】



【B-B：横から見た図】

(参考) 評価の概要 (建屋の耐震評価)

- ・ 緊急時対策棟 (連絡通路) の耐震評価は、規格に基づく方法や既工認で適用実績のある評価方法を用いており、既工認と比較して特殊な評価はない。
- ・ 緊急時対策棟 (連絡通路) は、緊急時対策棟 (指揮所棟) 同様に、耐震性向上の観点から、基準地震動Ssによる地震力との組合せに対して弾性範囲に収める設計とし、Sクラス施設相当の静的地震力 (3.0Gi) に対して評価を行う。
- ・ 耐震評価を実施した結果、各評価項目が許容限界を超えないことを確認した。

要求機能		・ 支持機能：設備を支持する機能を維持すること
		・ 遮蔽性：遮蔽性を維持すること
		・ 気密性：気密性を維持すること
地震応答解析による評価	評価方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準地震動Ss及び静的地震力 (3.0Gi) に対して、地震応答解析に基づき算定した耐震壁の最大せん断ひずみ及び最大接地圧が許容限界を超えないことを確認する。 ・ 保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有することを確認する。
	解析手法	・ 質点系モデルを用いた時刻歴応答解析
	許容限界	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐震壁のせん断ひずみ：弾性限界のせん断ひずみ※(基準地震動Ss) ・ 基礎地盤：短期許容支持力度(基準地震動Ss) ・ 保有水平耐力：必要保有水平耐力
応力解析による評価	評価方針	・ 基準地震動Ss及び静的地震力 (3.0Gi) による地震力に対して、応力解析を実施し、部材に生じる応力が許容限界を超えないことを確認する。
	解析手法	・ 静的応力解析 (FEM解析)
	許容限界	・ 短期許容応力度

※ JEAG4601-1991追補版に記載されている、第1折れ点。

(参考) 緊急時対策棟地質断面図 (第392回審査会合資料より抜粋、一部加筆)

